Republic of Ecuador





GPE INEN 40 (1993) (Spanish): Plantas de hormigón premezcladas. Requisitos

BLANK PAGE



INEN

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

guía de práctica

PLANTAS DE HORMIGÓN PREMEZCLADO

1993-09

Quito - Ecuador

Guía Práctica Ecuatoriana	GUÍA DE PRÁCTICA PLANTAS DE HORMIGÓN PREMEZCLADO	GPE INEN 040:1993 1993-09

0. INTRODUCCION

0.1 Esta guía define normas mínimas para el hormigón premezclado. Se aplica al personal, materiales del hormigón, plantas y equipos, documentación y control de la calidad del hormigón.

1. OBJETO

1.1 Esta guía tiene por objeto conseguir que las plantas de hormigón premezclado sean capaces de producir hormigón, en conformidad con las especificaciones requeridas.

2. GENERALIDADES

2.1 Personal

2.1.1 *Instrucción.* Todo el personal deberá tener una instrucción apropiada para elevar su rendimiento.

2.1.2 Dosificador y operador de mezclado

2.1.2.1 La mezcla de hormigón será amasada por un operador que haya recibido instrucciones apropiadas en el manejo del equipo que va a usarse y sea capaz de cumplir con la precisión de producción especificada en el numeral 4.2.4.

2.1.2.2 El productor u operador de mezclado (sea en la planta o en el camión mezclador) es responsable de la calidad y trabajabilidad del hormigón producido, y deberá tener la capacidad para rectificar cualquier error o deficiencia en la mezcla de hormigón, utilizando métodos convenientes y aprobados.

Tecnólogos del hormigón. El ensayo de materiales, proporciones de mezclas, producción, y el control de ensayo de hormigón, se realizará bajo la supervisión de un tecnólogo del hormigón experimentado o su equivalente.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Hormigón, fabricación, premezclado, guía

3. MATERIALES

3.1 Cemento. El cemento deberá cumplir con una de las especificaciones de las siguientes Normas, según sea el caso.

INEN 152. Cemento Portland. Requisitos.

INEN 490. Cemento puzolánico. Requisitos.

El cemento empleado en la obra debe corresponder con el que se ha tomado como base para la selección de la dosificación del hormigón.

3.2 Áridos. Los áridos cumplirán con las especificaciones de las siguientes Normas:

INEN 872. Áridos para hormigón. Requisitos.

ASTM C330-81 Áridos ligeros para hormigón estructural. Requisitos (mientras no exista Norma INEN equivalente).

Excepto los áridos que aunque no cumplan con algunas de estas especificaciones, hayan demostrado por pruebas especiales o por el servicio real, que producen un hormigón de resistencia y durabilidad adecuadas y pueden utilizarse cuando lo permita el Inspector autorizado de las construcciones.

3.3 Agua. El agua empleada en la mezcla del hormigón deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales y materiales orgánicos, u otras sustancias que puedan ser nocivas al hormigón o al acero. Además, el agua de la mezcla para el hormigón preesforzado o para el hormigón que va a tener elementos embebidos de aluminio, no debe contener cantidades perjudiciales de iones cloruro.

3.4 Aditivos. Los aditivos o adicionantes serán usados solamente cuando el comprador lo apruebe y se declare en la hoja de pedido:

a) El nombre del mayor ingrediente activo.

b) Si el aditivo contiene o no cloruro de calcio y qué cantidad.

c) Si el aditivo conduce o no a la inclusión de aire, cuando es usado en la dosificación recomendada por el fabricante.

4. PLANTA Y EQUIPO

4.1 Almacenaje y manejo de materiales

4.1.1 *Cemento*

a) Almacenar por separado los diferentes tipos de cemento. El contenedor será usado para almacenar cualquier tipo de cemento, y será vaciado completamente antes de llenarlo con un nuevo tipo de cemento.

b) Los depósitos o silos serán resistentes al agua y deberán permitir el libre curso y descarga eficiente del cemento.

c) Cada silo o compartimiento de un silo estará completamente separado y fijado a un filtro o a un método alternativo de control de polvo. Cada filtro o sistema de control de polvo tendrá un tamaño suficiente que permita entregar el cemento, manteniendo las especificaciones de presión y evitando emisiones indebidas de polvo de cemento que interfieran en la precisión del pesado de las mismas.

4.1.2 *Áridos*

a) Se colocará una pila de reserva, evitando contaminación y mezcla con otros materiales adyacentes.

b) El procedimiento en el manejo de carga y descarga de áridos debe ser tal como para reducir la segregación al mínimo.

c) Deberán almacenarse separados, según cada tamaño nominal y tipo. El método de suministro en los depósitos será tal como para impedir la mezcla de diferentes tamaños o tipos. Para propósitos de elaboración para hormigón estructural, el árido fino y grueso será separado para pesadas individuales.

4.1.3 *Agua*

a) Debe proveerse de un abastecimiento adecuado con un control de medidas.

4.1.4 *Aditivos*

a) Los tanques o tambores que contengan aditivos líquidos serán claramente identificados y clasificados según su uso. Y el almacenaje será en un solo sitio para evitar daños de contaminación.

b) Para aditivos líquidos que se encuentren como solución no homogénea se proveerá algún método de agitación.

4.2 Planta de mezclado

4.2.1 *Dosificación de mezcla*

a) Las tolvas para pesar cemento, áridos, agua, (si se mide por peso). Constarán de unos contenedores libremente suspendidos con una escala u otros medidores de carga convenientemente diseñados y equipados con un mecanismo adecuado de descarga.

b) El método de control del mecanismo de cargado debe ser tal que la cantidad requerida en la tolva de pesada sea totalmente aprovechada; el material debe ser añadido con un índice controlable y detenido precisamente cuando las tolerancias de pesada estén dentro de las especificaciones indicadas en el numeral 4.2.4.

c) Las tolvas de pesada del cemento y áridos deben ser capaces de recibir los índices de carga, cuando este material empieza a tomar contacto con el mecanismo de carga. Cuando el índice de capacidad de una planta dosificadora es menor que 1,5 m^3, deben tomarse precauciones para asegurar que la cantidad adecuada de dosificación sea cargada dentro del camión mezclador.

d) La tolva de pesada debe ser construida de tal manera que su descarga sea eficiente y prevenga la aglomeración de estos materiales. Se proveerá al mecanismo de pesada un sistema para tarar sobre su máximo del 10% de la capacidad nominal de la escala. Las escalas deben ser enceradas o ajustadas a cero al menos una vez por día.

e) Deberá proveerse en las tolvas de cemento un guarda polvo entre el mecanismo de cargado y la tolva de pesada, para prevenir la emisión de polvo de cemento que afecte en la exactitud de pesado. Las tolvas deben ser ventiladas para permitir un escape de aire que arrastre las emisiones de polvo de cemento.

f) Cuando se fijen vibradores u otros accesorios, éstos no deben alterar la exactitud de pesado.

g) Las tolvas de pesada de cementos y áridos deben estar lo suficientemente protegidas para prevenir las Interferencias en la exactitud del pesado, sea por Infiltraciones de agua o condiciones externas debido a levantamientos de materiales.

h) Cuando se usan aditivos, deben tener un surtidor capaz de medir con las tolerancias indicadas en el numeral 4.2.4 y proveerse un calibrador para controlar la exactitud de medidas por lo menos una vez al mes.

i) Cuando se usa bandas para cargas de mezclas continuas, se seguirá el procedimiento de dosificación especificado por el fabricante.

4.2.2 *Medida* de los *materiales*

a) El cemento debe medirse al peso o por sacos de 50 kg y será pesado en una tolva en compartimiento separado de los usados por otros materiales y con una escala de sensibilidad apropiada, como está definida en el numeral 4.2.3, iniciando con una lectura cero.

b) Los áridos deben medirse al peso, tomando en cuenta un contenido libre de humedad.

c) Para áridos livianos, la medida debe ser al peso o al volumen.

d) El agua de mezclado debe medirse al peso o al volumen.

e) Cualquier aditivo líquido o en pasta debe medirse al peso o al volumen, y los aditivos sólidos deben medirse al peso.

4.2.3 *Exactitud de escalas y medidas.*

a) Las divisiones en las escalas de medidas para cementos, áridos, y agua (si ésta es medida al peso) deben ser fácilmente legibles y no deben tener un ancho menor de 2,5 mm entre divisiones. Esto representa una exactitud de 0,5% de la capacidad nominal de la tolva de pesado o representa 20 kg en áridos y 5 kg en cemento. Para escalas menores de 20 kg, incrementar 10, 5, 2, 1 kg preferentemente.

b) Cuando una máquina de pesada es instalada o reacondicionada, se debe comprobar que, al aplica un peso, la aguja indicada, en cualquier punto de la escala, no debe variar en más de la pesada exacta, esto cuando la escala leída está dentro del rango del 1/4 de la capacidad máxima de la escala.

Para pesadas menores que el 1/4 de la capacidad nominal de la escala, la variación no debe ser mayor que el 0,5% del 1/4 de lectura de la escala.

En cualquier instante de la operación, la masa indicada, en cualquier punto de la escala, no variará de la masa exacta en más del 1 % de la lectura de escala leída dentro del rango del 1/4 de la capacidad máxima de la escala.

Para masas que se indiquen en menos del 1/4 de la capacidad de la escala, la variación no debe ser mayor que el 1 % del 1 /4 de lectura de la escala.

c) Si una central o camión mezclador están equipados para medir agua al volumen, la cantidad indicada por el medidor de agua no variará del volumen exacto por más de 3,0% en cualquier momento de operación.

d) Para controlar la exactitud de las escalas se dispondrán de suficientes pesas de ensayo y, al menos una vez al mes, todos los mecanismos de medida de carga serán controlados. Para mezclas continuas, la masa total para una mezcla dada se debe verificar usando una báscula.

Los resultados de este control deben registrarse. Deben inspeccionarse y ensayarse en todas sus escalas y capacidad por un especialista al menos cada 3 meses y sus resultados deben registrarse.

4.2.4 *Exactitud de dosificado.* El dosificador debe medir todos los materiales dentro de las siguientes tolerancias:

Cemento ± 2% de la masa del cemento en la mezcla.

Árido ± 2% de la masa de cada árido en la mezcla

Agua ± 2% de la masa de agua añadida en la mezcla.

Aditivo ± 5^{0}/o de la cantidad que va añadirse en la mezcla.

4.2.5 Cartas *de medición.* Para toda mezcla de hormigón, la masa total de la mezcla deberá imprimirse claramente en cartas convenientes, y ésta no debe exceder en más de 0,5 m^3 la capacidad total de una carga en la planta de mezclado.

Para incrementos en medidas pequeñas, se deberá interpolar a la 1/2 división más próxima de la escala de pesado.

5. DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGON

5.1 Volumen de hormigón. Se define como metro cúbico de hormigón a la cantidad de hormigón fresco que, compactada completamente, ocupa un volumen de 1 m^3 .

5.2 Mezcla de hormigón. Cuando la mezcla de hormigón es especificada en términos de mezcla nominal por volumen, el contenido de cemento y áridos deben calcularse en base a los siguientes valores:

Cemento	1 400 kg/m^3
Árido fino y	según la Norma INEN 858
grueso	Áridos para hormigón. Determinación de la masa unitaria y del porcentaje de huecos.

6. MEZCLADO

6.1 Lavado con agua. Antes de cargar el material de hormigón o el hormigón mezclado en la central o camión mezclador, cualquier cantidad de agua retenida en el tambor de mezclado, debido al lavado, será completamente retirada o conocida exactamente en su cantidad, para incluirla en la dosificación de la mezcla.

6.2 Centrales y camiones mezcladores de hormigón. Para asegurar que los distintos materiales del hormigón puedan mezclarse dentro de una masa homogénea, el cemento, áridos y agua deben introducirse, simultáneamente, y a una razón uniforme dentro del tambor de mezclado.

6.3 Central o planta mezcladora

a) Las centrales o plantas de mezclado no deberán cargarse en exceso o en más de su capacidad máxima.

b) Las centrales o plantas de mezclado deberán cumplir con las especificaciones del proyecto de Norma 1 855 Hormigón premezclado

6.4 Camiones mezcladores y agitadores.

a) Deben cumplir con las normas de referencia que los fabricantes consideren apropiadas.

b) El camión mezclador o agitador no deberá cargarse en exceso o en más de la capacidad máxima de mezclado.

6.5 Equipos no agitadores

a) Los equipos no-agitadores o camiones toneleros deberán tener contenedores herméticos, equipados con un mecanismo de descarga aceptable.

b) Se tomarán precauciones para recubrir o proteger el hormigón frente a posibles infiltraciones de agua.

6.6 Central o planta de mezclado

a) Cuando una central o mezcladoras fijas son usadas para mezclar completamente el hormigón fresco, el tiempo de mezclado debe medirse desde el momento en que todos los materiales, incluido el agua, se colocan en el tambor de mezclado.

b) Para producir una mezcla satisfactoria, y cuando se han elaborado ensayos de uniformidad, el tiempo de mezclado no debe ser menor de 2 minutos. Cuando se han realizado ensayos de uniformidad, es satisfactorio un corto tiempo de mezclado; este tiempo deberá inscribirse en una placa de metal convenientemente, sujeta y expuesta en la mezcla.

c) El tiempo de mezclado, sea en planta o en camión mezclador, con mezclado parcial o completo, deberá ser lo suficiente para asegurar la uniformidad.

6.7 Camión mezclador

a) Cuando un camión mezclador es usado para mezclar parcial o completamente en su interior el hormigón, el tiempo de mezclado comenzará desde el momento en que todos los materiales, incluido el agua, están dentro del tambor de rotación del mismo.

b) Un método para producir mezclas satisfactorias, y cuando no se han elaborado ensayos de uniformidad, recomienda mezclar en forma continua, pero no menos de 100 revoluciones del tambor del camión mezclador, a un mínimo de 7 revoluciones por minuto.

Cuando se han realizado ensayos de uniformidad, un menor número de revoluciones será satisfactorio.

c) Cuando un tipo de camión mezclador o agitador es usado para transportar hormigón que tiene que ser mezclado anteriormente a la entrega, el hormigón fresco debe remezclarse durante el tránsito, o en el sitio o en ambos, como sea requerido por la uniformidad de la mezcla.

d) Cuando el cemento y los áridos son mezclados en seco, y el agua de mezclado es añadida en el sitio, no deben añadirse aditivos líquidos que contengan cloruro de calcio, antes de añadir el agua de mezclado.

6.8 Condiciones de mezclado

a) Una central y camiones mezcladores deben mantenerse eficientemente y en condiciones limpias para no apresurar apreciablemente el endurecimiento del cemento u hormigón en el tambor mezclador, en las cuchillas de mezclado o en la tolva de carga o descarga rápida.

b) Cuando se han desgastado las cuchillas de mezclado o paletas, disminuyendo su peso o altura en más de las *2/3* partes del original, éstas deben renovarse o reemplazarse.

7. CONTROL DE CONTENIDO DE AGUA Y TRABAJABILIDAD

7.1 Tolerancias. Para asentamiento nominal

Asentamiento específico de	Tolerancia
51 mm o menor	± 13 mm
de 51 a 102 mm	± 25 mm
102 mm o mayor	± 38 mm

7.2 Principios de control

a) El contenido de agua o la relación agua/cemento, para cualquier mezcla de hormigón, puede regularse por el control de la trabajabilidad, tomando en cuenta que el contenido de cemento y áridos, contenido de humedad de los áridos y la gradación, se mantengan dentro de los límites especificados.

b) Debido a que la cantidad de agua añadida en la cuerda para proveer la trabajabilidad deseada que varía de acuerdo a las condiciones de humedad y gradación de los áridos, el operador de mezclado puede conducirlo para:

1) Tasar la relación entre el ensayo de asentamiento y la trabajabilidad de la mezcla de hormigón.

2) Estar seguro de las circunstancias que pueden conducir a un cambio en el contenido de humedad o gradación de los áridos.

3) Tasar las alteraciones necesarias en la cantidad de agua añadida.

c) Cuando la cantidad de agua añadida a la mezcla, para producir una trabajabilidad específica, es estimativa del operario al dosificar la mezcla, se le debe proveer una carta de dosificación, indicando la cantidad normal de agua necesaria, basado en el promedio de contenido de humedad *y* gradación del árido fino *y* grueso

7.3 Cambios en el contenido de humedad y gradación de los áridos

a) El contenido de humedad y gradación de los áridos se determinan necesariamente en el árido grueso y fino, para tasar las variaciones dentro de los valores promedios obtenidos y sus resultados deben ser anotados.

b) cuando continuamente se ha tasado el contenido de humedad de los áridos grueso y fino, usando un instrumento adecuado, un ábaco de calibración, basado en el promedio de contenido de humedad del árido grueso y fino, se debe proveer indicando los cambios necesarios en la adición de agua para cada 1 % de cambio en el contenido de humedad.

7.4 Inspección del hormigón antes del envío.

a) Debe inspeccionarse visualmente antes del envío cada dosificación o mezcla de hormigón.

b) No añadir más agua que la cantidad especificada para el turno de envío o la especificada cuando el mezclador final es completado en el sitio. Se deben introducir en el tambor del camión mezclador todos los componentes, inclusive el agua en sus cantidades especificadas antes del envío, a no ser que el comprador especifique lo contrario.

8. ENVIO

8.1 Tiempo de envío

a) Desde el momento que el cemento toma contacto con el agua de mezclado o el agua contenida en los áridos húmedos, la descarga de la mezcla debe hacerse dentro de las 2 horas subsiguientes al contacto, a menos que un tiempo mayor sea autorizado por el comprador.

El tiempo de iniciar el contacto del cemento con el agua debe estar registrado en la carta de envío.

b) Si el hormigón fresco es enviado en camiones no agitadores, la descarga debe hacerse dentro de una hora después de haber sido completada la mezcla, a menos que un período mayor sea autorizado por el comprador. El tiempo de mezclado debe registrarse en la carta de envío.

8.2 Temperatura del hormigón

a) La temperatura del hormigón en el momento de envío no debe ser menor de 4 °C, a no ser que el comprador lo permita.

b) El comprador puede especificar que la temperatura del hormigón en el momento de envío no exceda de 6 °C sobre la temperatura ambiente a la sombra, cuando ésta es de 21 °C

9. SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO EN PLANTA

a) A todo momento, las protecciones de cercas y maquinarias deben estar firmes para asegurar su posición, recorriendo una sola dirección de acceso amplia y aseada.

b) Toda la planta y equipos deben mantenerse en una condición eficiente de trabajabilidad y controlando la rutina de mantenimiento.

c) Las listas de control semanal, mensual y trimestral, deben prepararse de tal manera que consten bodegas, manejo, dosificaciones, mezclado, transporte, ítems de equipamiento.

d) El nombre y/o posición de las personas responsables deben anotarse en cada lista de control, para asegurar que el inventario de mantenimiento sea llevado. Todo registro de mantenimiento y listas de control deben archivarse convenientemente para asegurar una rápida inspección.

10. DOCUMENTACION

10.1 Carta de envío. Antes de descargar el pedido en el sitio de entrega, el suministrador proveerá al comprador de una carta de envío, para cada parada de hormigón, sobre la cual debe estar impresa, marcada o escrita la siguiente información mínima.

a) Nombre o número de la planta de hormigón premezclado,

b) número de serie de la carta de envío,

c) fecha,

d) número del camión,

e) nombre del comprador,

f) nombre y dirección de la obra,

g) grado especificado del hormigón, incluyendo contenido mínimo de cemento por metro cúbico,

h) especificación de trabajabilidad,

i) tipo de cemento,

j) tipo de áridos,

k) máximo tamaño del árido,

l) tipo, nombre y cantidad de aditivo,

m) cantidad de hormigón, en metros cúbicos,

n) tiempo desde contacto del cemento con el agua hasta iniciar el vaciado,

o) cantidad de agua extra añadida.

11. INFORMACION ADICIONAL

11.1 Sobre pedido, el suministrador proveerá al comprador una información adicional concerniente a la mezcla de hormigón incluyendo lo siguiente

a) masa del cemento en kilogramos por metro cúbico de hormigón,

b) masa del árido fino y grueso en kilogramos por metro cúbico de hormigón,

c) contenido de agua en litros o dm^3 por metro cúbico de hormigón (o relación de agua/cemento).

12. REGISTROS

12.1 Para cada carga o pilada, escribir, imprimir o graficar, registrando los siguientes valores:

a) Masa total de la mezcla, (las masas individuales no necesariamente deben registrarse, un número de código puede aceptarse).

b) Asentamiento estimado.

c) Tiempo que la mezcla está cargada dentro del camión mezclador.

13. ESPECIFICACIONES

13.1 Especificaciones de hormigón premezclado. Las especificaciones generales del hormigón para cada trabajo deben incluir las siguientes cláusulas:

Materiales,

grado de hormigón.

trabajabilidad.

Estas se aplicarán para cualquier método de producción que sea seleccionado por el contratista. Cuando el hormigón premezclado es usado, cualquier dificultad o contratiempo posterior se dejará sin efecto para el contratista, si éste cubre las cláusulas generales de hormigón premezclado.

- Producción,
- Cumplimiento

Serán reemplazadas cuando sea necesario por cláusulas apropiadas al uso de hormigón premezclado.

Las cláusulas típicas de especificaciones se colocarán junto con los comentarios de aclaración.

13.1.1 *Requisitos generales para hormigón*

13.1.1.1 *Materiales.* Los materiales para hormigón deben cumplir con las Normas INEN establecidas o evidenciar la adaptabilidad para su uso.

13.1.1.2 *Grado de hormigón.* El hormigón debe satisfacer los requisitos especificados de calidad y trabajabilidad.

a) *Calidad.* La calidad del hormigón debe expresarse en términos de uno de los siguientes métodos:

   1. *Mezcla* básica *diseñada.* La resistencia característica o especificada en N/mm^2, a los 28 días, en cilindros preparados y ensayados según las Normas INEN 1 763 y 1 576.

   2. *Mezcla de diseño* básico. El contenido de cemento en kg/m^3 de hormigón fresco totalmente compactado o la relación árida por cemento al peso.

   3. *Mezcla especial*. La resistencia característica o especificada en N/mm^2 a los 28 días, en cilindros preparados y ensayados según las Normas INEN 1 573 y 1576. Junto con otros requisitos adicionales los cuales pueden incluir: cemento especial contenido mínimo de cemento en kg/m^3 contenido máximo de cemento en kg/m^3 relación agua/cemento.

- Tipo de áridos
- Aditivos: tipo y efectos o calidad y dosificación,
- Contenido de aire del hormigón fresco en %,
- Temperatura del hormigón fresco mínimo °C y máximo °C.
- Densidad del hormigón fresco,

  Mínimo kg/m^3

  Máximo kg/m^3.
- Ensayos en el hormigón (que no sean los de los cilindros a los 28 días)
- Otros requisitos especiales.

Las responsabilidades para seleccionar las proporciones de la mezcla de hormigón dependen del método usado para especificar la calidad del hormigón. Con una mezcla básica diseñada, el proveedor de hormigón premezclado tomará toda la responsabilidad para seleccionar las mezclas proporcionales usando materiales básicos. Cuando una mezcla básica preestablecida es especificada por los límites prescritos para las proporciones de mezcla, el especificador asume la responsabilidad del diseño de mezcla del hormigón, el cual no necesariamente tiene que satisfacer una resistencia requerida. Para una mezcla especial, el proveedor toma toda la responsabilidad en la selección de las proporciones de mezclas, proporcionando los requisitos adicionales que sean compatibles a cada diseño y con las características requeridas y resistencias especificadas. La especificación del grado de hormigón, en términos de un diseño básico o mezcla, debe asegurar la mejor mezcla para ese trabajo, puesto que el proveedor de hormigón premezclado podrá usar su experiencia y conocer la calidad de los materiales locales.

b) *Trabajabilidad*. El usuario no necesita determinar límites máximos superiores; la autoridad especifica no necesita determinar términos límites para trabajabilidad, pero debe incluir la siguiente cláusula general.

La trabajabilidad de todas las mezclas de hormigón deberán ser suficientes para asegurar una total compactación con el método usado. Sin embargo, cuando se ordena hormigón premezclado, el contratista debe especificar el factor de asentamiento o compactación que se requiere para cada mezcla, la cual depende de estos factores, como también de la sección que va a ser moldeada, la manipulación, uso de técnicas de vaciado y compactación.

13.1.2 Requisitos adicionales para hormigón premezclado

13.1.2.1 *Producción.* Deben cumplir con las tolerancias anotadas a continuación.

- *Trabajabilidad.* Asentamiento ± 25 mm o 1/3 del valor especificado, cualquiera sea el mayor.

- *Factor de compactación.* ± 13 mm (tolerancia)

- *Contenido de aire* ± 1 1/2%

- *Temperatura.* El valor especifico relevante

- *Análisis del hormigón fresco.*

Relación árido/cemento por peso ± 1 /7 del valor especificado.

Relación agua/cemento por peso ± 1/8 del valor especificado.

Porcentaje de árido fino en el total de áridos ± 4% del valor especificado-resistencia.

Los resultados de ensayos no deben ser mayores en 2 1/2% en menos que la resistencia característica o especificada.

Los resultados no serán menores que el 85% de la resistencia característica o especificada.

Cuando estos resultados de ensayos son insuficientes por el límite del 2 1/2% y su resultado de ensayo falla fuera del 85% a 100% de la resistencia característica o especificada, la carga de hormigón se considerará que está en cumplimiento con las especificaciones, si solamente uno de los seis más próximos resultados de ensayo (incluyendo el resultado de ensayo en cuestión) es menor que

$$\frac{A \; i \; M}{2}$$

Donde:

A = el promedio de resistencia de los seis resultados

M = la resistencia característica o especificada

13.2 Especificaciones para hormigón. Lista de control

13.2.1 Materiales

13.2.1.1 *General.* Se utilizarán materiales conocidos para hormigón y que sean capaces de satisfacer las especificaciones requeridas. Se deben usar áridos locales de los que exista una amplia evidencia del comportamiento en el trabajo para la elaboración de hormigones de alta calidad. Algunas veces, estos áridos no cumplen exactamente con las normas nacionales existentes, por ejemplo, muchas veces las arenas naturales tienen tamaños que se ubican fuera de la clasificación dada en las normas. Además, existen materiales para un uso común o particular para los cuales no existen en el momento normas de control, por ejemplo: los áridos de fuentes marinas que en otras partes vienen usando con éxito por más de 70 años. Adicionalmente, las mezclas son usadas con frecuencia para propósitos específicos, con aditivos, tales como inclusión de aire. Por estas razones, las restricciones innecesarias deben eliminarse en el uso de materiales bien probados para ese campo.

13.2.1.2 *Cemento.* El cemento utilizado debe cumplir con una de las siguientes normas, según sea el caso.

INEN 152 Cemento Portland. Requisitos

INEN 1 548 Cemento Portland IE.

El uso de tipos alternativos de cemento (de rápido endurecimiento, resistente a los sulfatos, baja temperatura, alto contenido de aluminio) o de áridos, para alcanzar un propósito particular, serán aprobados por una autoridad especifica.

Todos los depósitos de hormigón premezclado almacenan cemento Portiand ordinario. Otros tipos de cemento pueden utilizarse para propósitos especiales. Sin embargo, las propiedades requeridas para otros cementos pueden llevarse más rápida y económicamente por medios alternativos de diseño, por ejemplo: el cemento Portland ordinario, con un aditivo acelerante, puede usarse en vez del cemento Portland de rápido endurecimiento.

13.2.1.3 *Áridos.* Donde la evidencia concerniente a la adaptabilidad al uso no se encuentra disponible, los áridos deben cumplir con las especificaciones de las siguientes normas:

INEN 872 Áridos para hormigón. Requisitos

ASTM C 330-81 Áridos ligeros para hormigón estructural. Requisitos (mientras no exista Norma INEN equivalente) los tipos de áridos usados por las plantas de hormigón serán de grava natural o roca triturada, dependiendo de la localidad.

La calidad de estos materiales estarán conforme a las normas; las propiedades del árido deben estar definidas en términos del rendimiento requerido, antes que por la especificación de un material de una fuente particular.

Esto permitirá considerar algunas alternativas de uso. Tales áridos son normalmente disponibles en tamaños máximos nominales de 50 mm, 40 mm, 20 mm o 10 mm, y serán suministrados como material de un solo tamaño o como árido gradado.

13.2.1.4 *Agua.* El agua debe ser clara y libre de impurezas que originen un efecto nocivo al hormigón. Si existiera alguna duda concerniente a su adaptabilidad para la preparación del hormigón, los ensayos deben realizarse de acuerdo con el proyecto de Norma AL 01.06-401 Agua potable. Requisitos.

13.2.1.5 *Aditivos.* Cuando el uso de aditivos está aprobado o especificado, tiene que evidenciarse su conformidad.

Los aditivos para acelerar el índice de endurecimiento, reduciendo la cantidad de agua de mezclado o inclusión de aire, son usualmente usados. El tipo o clase de aditivos y el efecto requerido estará especificado.

Aditivos para propósitos especiales o aquellos en los que el propietario marque y especifique la dosificación estarán sujetos a una orden especial.

13.2.1.6 *Grados de hormigón.* Cada grado de hormigón satisfará las siguientes especificaciones requeridas. Cantidad del hormigón (expresado en términos de uno de los métodos siguientes). la responsabilidad para la selección de las proporciones de mezcla de hormigón depende del método que es usado para especificar la cantidad del hormigón.

a) *Mezcla de diseño básico.* La resistencia característica o especificada en N/mm^2, a los 28 días, en cilindros preparados y ensayados según las Normas INEN 1 576 y 1573.

   Con una mezcla de diseño básico, el suministrador del hormigón premezclado asume toda la responsabilidad en la selección de proporciones de mezcla, proveyendo de otros requerimientos básicos, como tipo de cemento, máximo tamaño del árido y trabajabilidad. Estos datos deben ser registrados.

b) *Mezcla básica prescrita.* El contenido de cemento en kilogramos por metro cúbico, para hormigón fresco totalmente compacto.

   Cuando una mezcla básica prescrita es especificada, por los límites prescritos para las proporciones de mezcla, el especificador asume la responsabilidad para el diseño de la mezcla de hormigón, la cual puede no necesariamente satisfacer un determinado esfuerzo ó la relación árido cemento por peso.

Las plantas de hormigón premezclado generalmente reciben pedidos con especificación de hormigón, en términos de proporciones nominales como es la relación 1:2:4 mezcla de cemento árido fino y grueso por volumen total. Estas mezclas, Introducidas a principios de siglo, se aplican únicamente a métodos crudos de piladas de volumen en sitio, y no son suficientemente precisos para los modernos métodos de pesaje utilizados en la actualidad.

Por esta razón, el suministrador prefiere mezclas básicas prescritas, especificadas en términos de contenido de cemento o proporciones de mezclas en masa por metro cúbico de hormigón fresco totalmente compactado. Si el hormigón es especificado en términos de mezclas nominales por volumen total, la masa del lote será calculada sobre las bases de los siguientes valores.

Densidad total de cemento 1400 kg/m^3

Densidad total de árido fino y grueso. Densidad de material seco totalmente compactado, de acuerdo con las Normas INEN 856 y 857.

c) Mezcla *especial.* La resistencia característica o específica en N/mm^2, a los 28 días, en cilindros preparados y ensayados de acuerdo con las Normas INEN 1 576 y 1 573, junto con otros requerimientos adicionales que pueden incluir:

- cemento especial,
- contenido mínimo de cemento en kg/m^3
- contenido máximo de cemento en kg/m^3
- máxima relación de agua libre/cemento,
- tipo de áridos,

Aditivo: tipo y efecto o marca y dosificación

- contenido de aire en hormigón fresco %
- temperatura del hormigón fresco,
- mínimo °C
- máximo °C.
- densidad del hormigón fresco.

mínimo kg/m^3

máximo kg/m^3

- ensayos del hormigón (otros a los cilindros a los 28 días)
- otros requisitos especiales.

Con una mezcla especial, el proveedor asumirá toda la responsabilidad, proveyendo los requisitos adicionales compatibles con cada uno y la resistencia característica o especificada.

Para mezclas especiales, es importante asegurarse que cualquier mezcla especifica característica o propiedades del hormigón fresco y endurecido, el cual está definido, pueda ser medido por ensayos de las Normas INEN. Además, solamente los factores esenciales deben especificarse, ya que, de otra manera, puede ocurrir que haya requerimientos contradictorios. Por ejemplo, un hormigón durable, capaz de resistir ciertas condiciones de exposición al agua, puede especificarse en términos de contenido mínimo de cemento o relación máxima agua/cemento. Sin embargo, la especificación conjunta, contenido de cemento en particular y una relación agua/cemento, puede no ser propiamente compactado. Otro ejemplo es la especificación de resistencia de cilindros a los 7 días en adición a los de 28 días

Los índices de incremento de resistencia en cementos varían considerablemente, de tal forma que una mezcla de hormigón que satisface la demanda de resistencia a los 28 días puede no satisfacer a los 7 días y viceversa. En tales casos, el proveedor buscará el factor de rechazo para el cumplimiento de su pedido.

Para la mezcla de diseño básico y la mezcla *especial,* las especificaciones deberán definir el grado de resistencia, en términos de resistencia especifica, bajo la cual un cierto porcentaje de resultados de
cilindros puedan esperarse que fallen.

El menor índice de falla permitido, o la mayor desviación estándar en el depósito (s), el que sea más critico, es el margen que el proveedor debe permitirse, entre la resistencia especifica y la resistencia característica para la cual diseña la mezcla.

Resistencia especifica	índice de falla permitido	Margen entre la resistencia especifica y la característica (N/mm^2)
Resistencia característica	5% (1 en 20)	1,64 S
Resistencia especifica	2 1/2% (1 en 40)	2,00 S

Especificación del grado de hormigón en términos de una mezcla de diseño básico, o mezcla especial. Asegurará la mejor mezcla para el trabajo, ya que el suministrador de premezclado estará en capacidad de usar su amplia experiencia y conocimientos de la mezcla diseñada con materiales locales. Ante esta demanda, el suministrador proveerá al comprador de los detalles de proporciones de mezcla por masa de cemento, árido, fino, grueso, y el agua que generalmente se está utilizando.

13.2.1.7 *Trabajabilidad*

- La trabajabilidad de todas las mezclas de hormigón serán suficientes para asegurar una compactación total con el método usado.

  Desafortunadamente, todavía existe una tendencia por parte del especificador, para demandar mezclas de hormigón con trabajabilidad que son precarias para el trabajo. Esto, invariablemente, resulta de la adición no autorizada de agua, por parte del contratista, con el riesgo que acompaña en la reducción de la resistencia y durabilidad. Se recomienda firmemente que la trabajabilidad está relacionada con el tipo de trabajo y el método de manejo y compactación.

- Los niveles de trabajabilidad serán determinados y especificados por el contratista, y el cumplimiento de los requerimientos, como se indica a continuación:

CLASIFICACION DE LA TRABAJABILIDAD	VALOR DE ASENTAMIENTO (RANGO)	USO
Baja	25 mm (0 - 50 mm)	Hormigón sin refuerzo con vibración potente, plata formas de pavimento.
Media	75 mm (50 - 100 mm)	Hormigón de refuerzo normal, vibración interna o externa, bombeado.
Alta	125 mm (100-150 mm)	Hormigón con refuerzo denso. Dificultad e imposible vibración pilotes moldeados en sitio.

13.2.1.8 *Producción.* Todo hormigón premezclado debe cumplir con las especificaciones de la Norma INEN 1 855 Hormigón Premezclado.

13.2.1.9 Bases *de suministro.* Las bases de suministro serán elaboradas por metro cúbico de hormigón fresco totalmente compactado.

El volumen de un lote dado, puede calcularse por la masa total del lote, dividido por la masa por metro cúbico de hormigón.

La masa total del lote, puede calcularse como la suma de las masas de todos los materiales usados, incluyendo el agua a verificando la masa bruta y tasa de masas del vehículo sobre un puente báscula.

13.2.1.10 *Entrega.*

- Cuando un camión mezclador es usado para transportar hormigón, la descarga será completada dentro de dos horas después del contacto del cemento con el agua, sea el agua de mezclado o el agua contenida en los áridos húmedos, a menos que un tiempo mayor sea autorizado. El tiempo de contacto entre el cemento y el agua estará grabado en la carta de entrega.

- Cuando el hormigón es transportado en un equipo no agitador, la descarga será completada dentro de una hora después de mezclado, a no ser que sea autorizado un tiempo mayor del tiempo en el cual el mezclado es completado; estará grabado en la carta de entrega.

- Los límites de tiempo dados para la descarga del hormigón premezclado son una precaución general, para evitar prematuros endurecimientos y dificultades en la compactación del hormigón. Sin embargo, algunas investigaciones europeas llevadas a cabo, han Indicado que, con mezclas normales de hormigón en agua fría, los límites especificados de dos horas para agitación y una hora para equipo no agitador, puede ser ampliado a cuatro y dos horas, respectivamente, previendo que el hormigón sea descargado rápido y totalmente compactado.

- Cuando un camión mezclador es usado para la transportación del hormigón mezclado, el hormigón debe ser agitado, ya sea durante el tránsito o remezclado mínimo a 10 revoluciones del tambor del camión mezclador en el sitio.

- Para asegurar que el hormigón es mezclado con propiedad, es una práctica establecida para el conductor del camión mezclador, girar el tambor por lo menos un minuto a la velocidad de mezclado, inmediatamente antes de descargar.

- La temperatura del hormigón al momento de entrega, no será menor que 4°C.

14. CUMPLIMIENTO

14.1 Inspección

- El suministrador de hormigón premezclado deberá proveer de facilidades adecuadas para la inspección de materiales y procedimientos usados en la elaboración, y los métodos de envío del hormigón, y para el muestreo de los materiales usados.

14.2 Procedimientos de ensayo

- Todo procedimiento de muestreo y ensayo deben llevarse a cabo, estrictamente, en concordancia con las Normas INEN 1 763 y 1 573. Cuando se usa un laboratorio independiente para los ensayos, éstos estarán mutuamente de acuerdo entre el especificador, contratista y proveedor, y en base de una norma especifica para dicho ensayo.

- El personal responsable de los ensayos deberá tener un adiestramiento apropiado. Los ensayos se llevarán a cabo con el equipo apropiado, el cual deberá estar calibrado.

14.3 Muestreo

- Cuando se está muestreando una carga de hormigón premezclado, se tomarán tres muestras durante la descarga de la primera, media y última parte de la carga. Las tres muestras deberán mezclarse sobre una base no absorbente para formar la muestra compuesta.

  El cumplimiento de ensayos del hormigón fresco debe llevarse a cabo en una muestra compuesta de los incrementos tomados de la primera, media y última parte de la carga, lo cual implica una descarga total de la carga del camión. El contratista, sin embargo, quiere asegurarse que la carga del hormigón es aceptable antes de que sea descargada. Por esta razón, se ha considerado elaborar ensayos adicionales elaborados por el comprador de hormigón fresco, para imponer la aceptabilidad de una carga de hormigón premezclado, antes de que el volumen total de descarga haya concluido.

- Para propósitos de una aceptación inicial, la muestra debe ser tomada de la primera parte de la carga y no incluirá cualquier árido suelto o material sin mezclar, el cual se presenta ocasionalmente en la parte superior de la carga.

- Las muestras, para propósitos de aceptación, serán tomadas dentro de los 30 minutos de llegada del camión mezclador al sitio. Antes de que los ensayos sean elaborados, la muestra será premezclada sobre una base no absorbente.

- La carga de hormigón representada por la muestra estará considerada para satisfacer los requerimientos de aceptación, si los resultados de ensayos para trabajabilidad, contenido de aire y temperatura, se encuentran dentro de las siguientes tolerancias del valor especificado:

Trabajabilidad: Asentamiento ± 40 mm 0 ± un tercio del valor especificado, el que sea mayor.

Contenido de aire: ± 1 1/2%

Temperatura: La requerida.

Si los ensayos para el ensayo de trabajabilidad, contenido de aire o temperatura, caen fuera de las tolerancias requeridas, se puede realizar un segundo ensayo, inmediatamente, en otra porción de la misma muestra. Si los resultados del segundo ensayo se encuentran dentro de las tolerancias permitidas, el hormigón cumple con los requerimientos de aceptación y puede ser admitido. Si el resultado del segundo ensayo cae fuera de las tolerancias permitidas, el hormigón no cumple con los requerimientos de aceptación y el comprador puede decidir se rechace o no la carga.

14.4 Requisitos de cumplimiento

14.4.1 *Trabajabilidad.*

- Deben elaborarse dos ensayos de trabajabilidad en las muestras compuestas.

  La carga de hormigón representada por esta muestra será considerada para satisfacer los requisitos de cumplimiento si el promedio de los resultados de los dos ensayos se encuentran dentro de las siguientes tolerancias del valor especificado.

  Asentamiento ± 25 mm o ± un tercio del valor especificado cualquiera sea el mayor.

14.4.2 *Resistencia*

- Para hormigones premezclados en términos de resistencia característica o especificada, los ensayos se efectuarán en cilindros preparados y ensayos en concordancia con las Normas INEN 1 576 y 1 573 en tres muestras moldeadas con la muestra compuesta en el lugar de entrega y ensayadas a los 29 días u otra edad específica.

El promedio de los resultados de las tres probetas será el resultado de dicho ensayo. Si el rango (la diferencia entre los máximos y mínimos valores de resistencia de las tres probetas) excede del 15% del resultado de ensayo, el resultado de ensayo será descartado.

- El hormigón representado por la muestra compuesta será considerado para satisfacer los requisitos de cumplimiento, si el resultado de ensayo no es menor que la resistencia característica o especificada.

- El hormigón representado por la muestra compuesta se considerará que ha fallado a los requisitos de cumplimiento, si el resultado de ensayo es menor que el 85% de la resistencia característica o especificada.

- Cuando el resultado de ensayo está fuera del 85 y 100% de la resistencia característica o especificada, el hormigón representado por la muestra compuesta se considerará aceptable a los requisitos de cumplimiento si solamente uno de los seis últimos resultados de ensayo (incluyendo el resultado del ensayo en cuestión) es menor que $\frac{A+M}{2}$

Donde:

A = la resistencia promedio de los seis resultados y

M = la resistencia característica o especificada.

La aplicación correcta de métodos estadísticos para el control de una carga de hormigón para satisfacer los requisitos de cumplimiento depende de:

1. Muestrear verdaderamente al azar (toda la carga debe tener igual oportunidad de selección para propósitos de ensayo)

2. Ensayar convenientemente un número suficiente de cilindros en un índice en que el resultado de ensayo sea un estimativo confiable de la calidad del hormigón en estudio.

Frecuentemente estos requerimientos no se cumplen. Esta es una tendencia de los compradores para seleccionar las muestras que aparentemente se encuentren fuera de norma y llevar a cabo el muestreo y ensayos por una vía ineficiente; estas prácticas tienen un riesgo adicional para el proveedor, ya que se puede rechazar un hormigón que puede cumplir con las especificaciones.

14.5 Alternativa de requisitos de cumplimiento

14.5.1 *Temperatura*

- La temperatura del hormigón será medida sobre una muestra tomada de la primera parte de la carga; la carga de hormigón representada por la muestra se considerará que satisface los requisitos de cumplimiento si la medida cumple con el valor especificado.

14.5.2 *Contenido de aire*

- Se elaborarán ensayos de contenido de aire sobre una muestra compuesta. La carga de hormigón representada por esta muestra se considerará que satisface los requisitos de cumplimiento si el resultado de ensayo se encuentra dentro de las tolerancias ± 1 1/2% del valor especificado.

14.5.3 *Análisis del hormigón fresco*

- Los ensayos para análisis de proporciones de mezclas de hormigón para Mezclas Básicas prescritas o mezclas especiales, especificados en términos de contenido de cemento, serán llevados a cabo sobre la muestra compuesta, en concordancia con la Norma INEN por elaborarse, análisis del hormigón fresco. El hormigón representado por la muestra compuesta se considerará que satisface los requisitos de cumplimiento, si el resultado de ensayo se encuentra dentro de las siguientes tolerancias.

Relación árido-cemento por masa ± un séptimo del valor especificado

Relación agua-cemento por masa ± un octavo del valor especificado

Relación de árido fino en el total de áridos ± 4% del valor especificado.

Recientemente, en Europa, en adición al método descrito en la BS 1881 Parte 2, otro método de ensayo se está desarrollando para asegurar el contenido de cemento en el hormigón fresco. Esto está basado sobre métodos rápidos de medida del contenido de cemento de una mezcla, sea por medición del contenido de arcilla (limo) o separando el cemento y las partículas del árido fino por fuerza centrífuga. La exactitud y repetición de este método tiene que ser probada y, mientras tanto, si éste método se usa en el hormigón, se considerará que tiene que satisfacer los requisitos de cumplimiento si el contenido de cemento se encuentra dentro de las siguientes tolerancias.

Contenido específico de cemento ± 15% del valor especificado

Contenido mínimo de cemento - 15% del valor especificado

Contenido máximo de cemento + 15% del valor especificado

14.5.4 *Especificaciones de trabajo*

- El contratista hará conocer al proveedor todos los detalles de las especificaciones de trabajo.

El contratista, al omitir datos importantes, puede afectar al proveedor sobre la elección de materiales, proporciones de mezcla, método de traducción o envío.

De lo cual puede resultar que el proveedor esté enviando inadvertidamente hormigón que no cumple con todas las especificaciones de trabajo.

15. PEDIDOS DE HORMIGON PREMEZCLADO

15.1 Información y procedimiento de pedidos. El objeto del proveedor de hormigón premezclado es entregar hormigón de la calidad requerida, en el lugar correcto, y en el momento deseado, por un precio conveniente. El índice será el siguiente: información clara y comprensiva concerniente a la calidad del hormigón, la localización exacta del lugar de entrega, las cantidades y proporciones e índices de envío y cualquier entrega especial o manejo requerido, que deben ser proporcionados. Los presentes métodos de oferta, frecuentemente hacen necesario que el producto de hormigón premezclado pueda llevarse en dos etapas: la etapa de información, cuando el contratista decide hacer una oferta para un contrato particular, la información disponible para el comprador puede estar restringida solamente a la situación del contrato, el grado de hormigón requerido, las cantidades e índices aproximados de envío y el tiempo inicial de producción.

Por esto, es de apreciar que la lista de control que la acompaña no siempre estará disponible para el momento que se solicite la información y, quizá, ni siquiera en el momento del pedido. No obstante, la mayor Información se proveerá al comprador en la etapa de información inicial o al ordenar su pedido. Así, el proveedor podrá estimar un costo envolvente y acomodarlo a su horario de producción. Cuando se da un pedido definitivo, el comprador tendrá la información final sobre el método de elaboración y detalles completos sobre la mezcla de hormigón requerida.

La información requerida por el proveedor de hormigón premezclado se indica en la siguiente lista de control:

Lista de control. Pedidos de hormigón premezclado

a) Información del contrato

- Contratista	Nombre de la compañía dirección nombre del representante de la compañía
- Contrato	Nombre del constructor dirección o ubicación del contrato
- Cliente	Nombre
- Ingeniero consultor	Nombre del consultor dirección
- Descripción de trabajo	Sector público o privado tipo de edificio en construcción tipo de construcción de ingeniería civil
- Duración del contrato	Día de arranque y estimación etapa de construcción

Los proveedores de hormigón premezclado requieren información suficiente para darle una guía general sobre el tipo y calidad de hormigón que se le pida y, así, él pueda formularse un programa de trabajo.

b) Detalles de mezcla de hormigón

- Designar la mezcla   Contratistas o diseñadores de designación de mezclas.

- Propósitos   Fundiciones
pisos o losas de pavimentación, vigas estructurales, columnas, otras.

c) Materiales

- Tipo de cemento

- Tamaño de áridos - máximo tamaño nominal en (mm)

El hormigón puede elaborarse con cemento Portland ordinario, suministrado en sacos desde el local de expendio hasta el deposito, bajo especificaciones.

El tamaño más común de árido es de 20 mm, suministrado como un tamaño simple o como 20 mm a 25 mm de material graduado. Para hormigón en masa o para trabajos viales un material de 40 mm puede ser satisfactorio.

d) Grado de hormigón

1. Mezcla de diseño básico

- La resistencia característica o especificada en N/mm^2 a los 28 días, en cilindros preparados y ensayos, en concordancia con las Normas INEN 1 576 y 1 573.

  La responsabilidad para la selección de las proporciones de la mezcla del hormigón depende del método usado para especificar la calidad del hormigón. Para una mezcla de diseño básico, el proveedor de hormigón premezclado asume toda la responsabilidad en la selección de las proporciones de mezclas, usando materiales básicos.

2. Mezcla básica prescrita

- Contenido de cemento en kg/m^3 totalmente compactado en hormigón fresco.

- O la relación árido-cemento por peso.

  Cuando se especifica una mezcla básica prescrita, por determinar límites para proporciones de mezcla, el especificador o diseñador asume la responsabilidad del diseño de la mezcla de hormigón, el cual no necesariamente cumplirá la resistencia requerida.

3. Mezclas especiales

a) La resistencia característica o especificada en N/mm^2 a los 28 días, en cilindros preparados y ensayados, en concordancia con las Normas INEN 1 576 y 1 573 y otros requerimientos adicionales, incluyendo:

Cemento especial

Contenido mínimo de cemento en kg/m^3

Contenido máximo de cemento en kg/m^3

Relación agua libre máxima cemento

Tipo de áridos

Aditivos tipo y efectos o marcado y dosificación

Contenido de aire en hormigón fresco %

Temperatura de hormigón fresco mínimo °C

máximo ° C

Densidad del hormigón fresco mínimo kg/m^3

máximo kg/m^3

Ensayos de hormigón (cilindros a otras edades de los 28 días)

b) Otros requerimientos especiales. Para una mezcla especial, el proveedor asume toda la responsabilidad en la selección de las proporciones de la mezcla, tomando en cuenta que los requerimientos adicionales sean compatibles con los demás y con la resistencia característica o especificada.

Otros tipos de cemento pueden proveerse a pedido. En algunos casos, las propiedades requeridas para un cemento especial pueden obtenerse con el uso de un cemento Portland ordinario, con un aditivo; por ejemplo, cementos resistentes a sulfatos.

Cuando deba considerarse la durabilidad, las especificaciones definirán los requerimientos especiales, como contenido mínimo de cemento y la relación de agua máxima libre / cemento.

Puede requerirse un tipo especial de árido, por ejemplo, terminados especiales de arquitectura o colores, como paneles expuestos de árido y hormigón visto.

La mayor parte de hormigón premezclado suministrado, se prepara para incorporarle aditivos, según se requiera. Se prefiere el uso de aditivos, cuando se basan sobre materiales probados y se han obtenido datos técnicamente confiables. Los aditivos más frecuentes usados son los acelerantes, reductores de agua, o inclusores de aire. Otros tipos de aditivos son de uso muy restringido, excepto en circunstancias especiales.

Los hormigones usados para pavimentos rígidos se benefician con una pequeña cantidad de inclusión de aire.

Mientras más estrictamente se acate las especificaciones, el hormigonado se puede permitir a temperaturas menores, con ciertas condiciones, por ejemplo: la temperatura del hormigón, al momento de envío, no debe ser menor de 10°C y se debe tomar todas las precauciones para asegurar que la temperatura del hormigón, después del vaciado, no disminuya por debajo de los 5°C hasta que esté completamente endurecido.

c) Trabajabilidad

- Asentamiento en mm. La trabajabilidad exijo una clasificación para adecuarlo según el propósito para el cual el hormigón va a usarse, el elemento en el cual éste será vaciado, y el metodo de compactación. Aquí se recordará que en un hormigón especificado en términos de un grado de resistencia, la cantidad requerida de cemento (por lo tanto el costo de hormigón) puede Incrementarse a medida que se Incremente también la trabajabllidad requerida desde una baja hacia una media y hacia una alta trabajabilidad.

  El contratista especificará la trabajabilidad requerida para cada mezcla en uno de los siguientes términos:

CLASIFICACION DE TRABAJABILIDAD	VALOR DE ASENTAMIENTO (RANGO)	USO
Baja	25 mm (0-50 mm)	Para masas de hormigón sin refuerzo elaborado mecánicamente y con un método eficaz y eficiente de vibración para confiar la compactación. Plataformas de pavimentación que normalmente requieren de baja trabajabilidad.
Media	75 mm (50-100 mm)	Normalmente usando para hormigón reforzado, compactado con vibración interna o externa. Cuando se use bombas de vaciado de hormigón.
Alta	125 mm	Necesariamente para hormigones con refuerzo denso. Cuando la vibración interna es dificultosa o casi imposible. Para tubos de hormigón.

d) Envío

- Cantidad. Cantidad total en cada grado de hormigón en m^3.
- Índices de envío. Índice promedio en m^3/día

  Índice máximo en m^3/día.

Es muy importante asegurar que antes de que el pedido sea vaciado en el sitio, la cantidad e índice tasas de envío sean conocidos por el proveedor y manejados por el comprador.

Dependiendo del procedimiento de la compañía y la necesidad de ganar toda la capacidad del camión, la cantidad mínima de incremento en metros cúbicos puede ser de 0,1; 0,2 o 0,5 m^3.

El índice tasa de manipuleo puede determinarse primariamente por el índice de vaciado, el cual varía considerablemente de una obra a otra. Por ejemplo, en carreteras de hormigón (pavimento rígido) construida con plataformas de pavimentación, un índice normal de vaciado es de 50 m^3/hora, para vigas con refuerzo muy denso y, para secciones de columna, el índice de vaciado puede ser de 1 m^3/hora.

Un camión mezclador puede descargar a razón de 0,5 m^3/minuto.

e) *Descarga*

- Acceso - Normal

  - Con dificultad

Si el proveedor planea su propio programa de entrega con un adecuado número de camiones, ellos necesitan conocer el tipo de acceso a la obra y el tiempo probable para que el camión pueda llegar al sitio.

Se dice que existe un acceso normal cuando existe una vía capaz de soportar un camión pesando 20 t, cargado totalmente, y con espacio suficiente para que el vehículo pueda maniobrar en un círculo de giro de al menos 15 m.

f) Tiempo de envío

- Normal (30 minutos o menor)

- Prolongado (mayor de 30 minutos)

Un camión puede descargar totalmente en 10 minutos y normalmente no permanecerá en el lugar de entrega por más de 20 a 30 minutos.

g) Manejo *y vaciado*

- Métodos normales — Directo dentro del encofrado
  Tolva de almacenamiento en sitio
  rúa y cucharón

- Métodos especiales — Bombeado
  tipo
  capacidad de vaciado en m^3/hora
  distancia vertical máxima
  distancia horizontal máxima
  plataformas de pavimentación
  tipo
  capacidad de vaciado en m^3/hora.

El tiempo de envío requerido y las proporciones optimas de mezclas dependen de los métodos usados para la descarga, manejo y vaciado del hormigón. La vía más rápida y eficiente es la descarga directa del hormigón en el encofrado ó dentro de una tolva de almacenamiento de la misma capacidad del camión. El uso de grúas y montacargas de cajón, de pequeña capacidad, es cualquier hormigón que, por virtud de técnicas especiales de vaciado, difiera del producto normal, puede definirse como "Especial". Para algunos hormigones, es necesario obtener todos los detalles de requerimientos especiales que se den en la etapa de pedido y éstos serán llevados exacta y cuidadosamente. Por ejemplo, cuando se requiera bombear la mezcla hasta el lugar de fundición, ésta puede necesitar un ligero cambio en el diseño de la mezcla normal, el cual debe ser confiable y suministrado de una forma continua (ver numeral 16.4).

h) Ensayos

- Nombre del laboratorio o compañía que ensaya
- Dirección del laboratorio.

Todo muestreo y procedimiento de ensayo deben llevarse estrictamente según especificaciones de las Normas INEN 1 763 y 1 573. Cuando se usan laboratorios independientes para los ensayos, éstos deben estar mutuamente conformes entre las especificaciones del contratista, del proveedor y de una Norma pertinente. El personal que desarrolla los ensayos debe estar adecuadamente instruido.

Estos ensayos deben estar llevados con el equipo apropiado debidamente mantenido y calibrado

16. ENVIO

16.1 Local de pedido y recepción. Una vez que el contratista o constructor ha colocado en un contrato particular, en forma definitiva, su pedido de hormigón premezclado, es esencial que el personal del lugar de entrega y el proveedor trabajen conjuntamente para asegurar que lo suministrado es usado de la mejor manera posible.

El personal de obra del contratista necesita envíos de hormigón premezclado en las cantidades apropiadas y con los tiempos requeridos en base a un programa general de construcción, encofrado, fijación del refuerzo, vaciado del hormigón, curado y, finalmente, desencofrado. Para cualquier vertido particular, las cantidades e índices de envío dependen del tamaño y tipo de sección en la fundición, los métodos de manejo y colocación usados, la trabajabilidad requerida del hormigón, la localización del vertido sobre el sitio de trabajo y los accesos al mismo, como también de la cantidad de trabajadores que se tiene disponible.

16.2 Envío-lista de control

a) *Construcción del programa.* El contratista debe asegurarse de que le den un servicio apropiado, suministrándole al proveedor lo siguiente:

1. Un programa preliminar que cubra todas las satisfacciones de especificaciones, tiempos de máxima fundición etc, durante todo el proceso.

2. Un programa especifico detallando las necesidades y requerimientos para la semana siguiente.

3. Confirmación diaria de las necesidades y requerimientos de los próximos días.

b) Pedidos

- Información del contrato	Nombre del contratista Nombre y localización de la obra Nombre de la autoridad específica
- Detalle de mezclas	Designación de mezcla por el contratista Propósito Materiales Grado de hormigón Trabajabilidad
- Cantidad	Cantidad total tiempo de cargado inicial Índice o tasa de envío.
- Nombre del contratista o representante de pedidos	

Para decidir sobre las tasas o índices de vertido, el contratista tiene que estimar convenientemente las cantidades de hormigón requeridas, elaborando una asignación extra, pudiendo ser de 0,1; 0,2 ó 0,5 m^3.

Cuando se presentan indicaciones grandes, el contratista decidirá sobre la tasa de manejo y colocación del hormigón en un orden de conformidad.

Por ejemplo, la orden establecida "cantidad total 60 m^3, primera carga a las 09h00 y a razón de 10 m^3/hora", mejor que decir "60 m^3 a las 09h00".

Se aceptan pedidos para contratistas representados nominativa o temporalmente, que estén instruidos para dar una conveniente y completa información, sea verbal o escrita, concerniente al contrato, detalles de mezclas, cantidades e índices de entrega.

c) Descarga

-Acceso	Normal
	Con dificultad
- Tiempo de envío	Normal (30 minutos o menos)
	Prolongado (mayor de 30 minutos).
- Comprobante de envío	Nombre del proveedor y de planta
	Número de serie del comprobante
	Antecedentes
	Número del camión
	Nombre del comprador
	Nombre, dirección y localización de la obra
	Grado de hormigón especificado
	Trabajabilidad especificada
	Tipo de cemento
	Tamaño máximo de árido
	Tiempo de cargado
	Cantidad de hormigón asignado
	* Contenido mínimo de cemento
	* Tipo, nombre y cantidad de aditivo
	* Cantidad de agua extra añadida.

* Para mezclas especiales

- Nombre o posición del contratista o representante fiscalizador de las cargas de hormigón.

Cuando se programan cuidadosamente los accesos del camión mezclador, se le facilita la colocación del hormigón al contratista, en el menor tiempo posible, y se mantiene al proveedor trabajando eficientemente desde la planta y camiones de entrega.

Así, el contratista determinará al proveedor, el tamaño, masa, círculo de giro y altura de descarga. Para esto, se recordará que el promedio del camión mezclador es de 8 m de longitud, por 2,5 m de ancho, 3,5 m de alto, y que pesa, totalmente cargado, aproximadamente 20 T, con un radio de giro de alrededor 15 m. Se debe proveer un espacio suficiente para que el camión pueda girar. Los camiones y puntos de acceso deben ser lo suficientemente firmes como para soportar la masa del camión totalmente cargado, debiendo estar nivelada y en buenas condiciones de humedad.

Para facilitar el acceso de los camiones a la obra, se puede construir temporalmente una vía adecuada, con planchas de acero o rieles, para poder vencer depresiones del terreno o áreas inaccesibles.

d) Tiempo de entrega

- Normal (30 minutos o menos)
- Prolongado (mayor de 30 minutos)

Es muy importante definir el tiempo de envío y de vaciado por el contratista, y obtener una descarga continua. Los factores que pueden afectar el tiempo de entrega y vaciado son:

1. distancia entre el punto de recepción y el punto de vaciado
2. el método de manipulación del hormigón,
3. la complejidad de la sección de fundición,
4. la trabajabilidad del hormigón que influye en la compactación y tiempo de vaciado.

El tiempo de entrega puede reducirse si se descarga el camión directamente dentro de una tolva de almacenamiento de la misma capacidad, pero debe considerarse el tiempo necesario para verter ese hormigón, antes de que otra carga sea enviada.

Normalmente, los camiones proveedores no estarán en la obra por más de 20 a 30 minutos, dependiendo del tamaño de la carga; para períodos mayores se podrá considerar un tiempo de espera.

e) *Cartas de envío.* Un comprobante típico de entrega que incluya la siguiente información:

- Nombre del proveedor y del depósito,
- número de serie del comprobante

- fecha,
- número del camión,
- nombre del comprador,
- grado especificado del hormigón,
- trabajabilidad especificada,
- tipo de cemento,
- máximo tamaño de árido,
- tiempo de cargado,
- cantidad de hormigón,
- representante autorizado de recepción (firma),
- nombre o posición del contratista o representante autorizado de recepción,
- contenido mínimo de cemento,
- tipo de árido,
- tipo, nombre y cantidad de aditivo,
- agua extra añadida con su asignación,
- esta información se requerirá solo para mezclas especiales.

Para cada carga de hormigón premezclado, el proveedor suministrará al contratista un comprobante de entrega.

Cuando el hormigón es mezclado en el deposito, sea en la central o en el camión mezclador, éste tendrá una trabajabilidad aceptable al descargar. Cuando se transportan materiales secos a la obra y se añade agua en el sitio, la cantidad de agua añadida es responsabilidad del chofer del camión. Siempre que el representante autorizado del contratista considere que la trabajabilidad especificada del hormigón es insuficiente y desee incrementar una cantidad de agua, esa cantidad de agua, añadida, juntamente con su asignación debe anotarse en la carta de entrega.

El contratista o representante que recibe la carga, es responsable de controlar la carta de entrega. Provista esta información y aceptada, el proveedor no aceptará reclamos por usos incorrectos del hormigón ni por vertidos en sitios indebidos.

f) Manejo y vaciado

Método normal: Directamente dentro del encofrado
En una tolva de almacenamiento en obra,
Grúa o cucharones mecánicos

El método de manejo del hormigón es un enlace vital entre el punto de descarga desde el camión y el punto de vaciado en la estructura. La elección del método siempre será por convenio. El método más eficiente asegurará que el hormigón pueda descargarse, manejarse y vaciarse como un proceso continuo

El método más económico, especialmente para fundiciones y áreas de pavimentación, es la descarga del hormigón directamente del camión al encofrado. El nivel de máxima descarga por canales es de 1,5 m bajo la superficie de la tierra y con el uso de extensiones; la descarga por canales puede extenderse en un área semi-circular de 3 m de radio.

El uso de métodos de manejo intermitentes de hormigón, como grúas y cucharones, montacargas, volteadores de potencias o carretillas, pueden retardar el índice de descarga, manejo y vertido del hormigón.

Métodos especiales　　Bombeado

Tipo

Capacidad de vaciado en m^3 /hora

Distancia vertical máxima

Distancia horizontal máxima

El uso de bombas móviles es un método continuo y eficiente de manejo de hormigón, ayudando a reducir el tiempo de servicio del camión en el lugar de trabajo.

Las proporciones óptimas de mezclado y los índices de vaciado dependen del tipo de bomba y las distancias vertical y horizontal a las que el hormigón pueda ser bombeado.

Molde deslizante

Tipo

Capacidad de vaciado en m^3/hora

Los moldes deslizantes de pavimentación, demandan mezclas de hormigón especiales y proporciones de mezclas consistentes, juntamente con su vaciado continuo por sobre los 50 m^3 /hora.

g) Coordinación

- Nombre del representante del contratista,
- Nombre del representante del proveedor.

Especialmente para contratos largos, el contratista y el proveedor establecerán un sistema formal de comunicación y cooperación total sobre el vaciado y procedimiento e índice de envíos. Esto se puede ejecutar eficientemente si el contratista y el proveedor nominan una persona representante que sea directamente responsable del hormigón premezclado sobre el contrato en particular. Por medio de esta persona, el proveedor puede reportar rápidamente al contratista, si han existido errores de envío o si se ha presentado alguna falla en lo suministrado y, así mismo, el contratista puede informar al proveedor que pospone o cancela una orden. Regularmente se encuentra en esta coordinación de personal una ayuda inmediata para eliminar dificultades y asegurar un suministro continuo.

17. USO

17.1 Envío de vehículos

17.1.1 *Camión mezclador.* El camión mezclador de hormigón premezclado usado en la actualidad es básicamente de un tipo. Sin embargo, se describen como camión mezclador, los vehículos capaces de mezclar hormigón, sea cuando el tambor revuelve de 10 rpm a 15 rpm, o para un agitado previo a la mezcla de hormigón, cuando el tambor revuelve de 1 rpm a 2 rpm.

Estos camiones mezcladores pueden usarse en las siguientes formas:

1. Como *agitadores.* Para transportar hormigón cuando está total o parcialmente mezclado en el deposito. Durante el transporte, el tambor de mezclado revuelve suavemente alrededor de 1 rpm, y entonces, al llegar al sitio de entrega, la tolva se revuelve a una velocidad de mezclado por algunos minutos para asegurar un completo mezclado antes de la descarga.

2. Como *camión mezclador en el depósito.* Cuando éstos son cargados con piladas de materiales secos, juntamente, en el deposito o estación.

   El hormigón es usualmente agitado durante el transporte y premezclado en el sitio de entrega, antes de la descarga.

3. Como *camión mezclador en el sitio.* Cuando éstos son cargados con piladas de materiales secos en el depósito, y luego transportados al sitio de entrega y, al llegar, se les añade agua y se completa el mezclado antes de la descarga.

   Todo camión mezclador debe tener algún método de adición de agua al tambor, para usarse como agua de lavado del tambor o agua de mezclado.

17.1.2 *Vehículos no agitadores.* El hormigón puede también transportarse en vehículos no agitadores, como son los camiones y volquetas tipo contenedores. Este método es frecuentemente usado para el envío de hormigones pobres y secos, *y* para hormigones tomados por el comprador en el depósito *y* llevados en sus propios vehículos. Algunas especificaciones no permiten el transporte, no están protegidos contra agentes externos (lluvias) y no pueden premezclarse eficientemente en el sitio. En todo caso, estos métodos son muy usados en muchos países y proveen el hormigón protegiéndolo contra exceso de agua y descargándolo convenientemente en una tolva al llegar al lugar de descarga.

17.2 Tiempo de envío y agitación prolongada. Cuando un camión mezclador o agitador es usado para transporte de hormigón, la descarga debe completarse dentro de dos horas después de haber introducido el agua de mezclado en el cemento y áridos o el contacto del cemento con los áridos. Cualquier período mayor a éste será autorizado por el comprador. Investigaciones sobre agitación prolongada se han llevado a cabo en los depósitos de las mezcladoras, bajo condiciones de trabajo normal sobre la cual se ha basado la norma británica BS 1926.

Las mezclas ensayadas cubren un amplio rango sobre estructuras normales de hormigón elaboradas con diferentes materiales, donde el cemento está dentro de un rango de 220 a 550 kg/m^3 y el rango de trabajabilidad inicial con valores de asentamiento de 20 a 125 mm.

Resultados de esta investigación demostrarán que la trabajabilidad del hormigón decrece con una agitación prolongada. Mientras tanto, la resistencia a la compresión se incrementa.

Si en un momento, la pérdida en la trabajabilidad es pequeña y solamente si es necesario, en la práctica se puede incrementar el contenido de agua en un índice, para mantener la trabajabilidad y la resistencia requeridas. Para mezclas ricas y para períodos largos de agitación, una pequeña reducción en la resistencia puede ocurrir si el contenido de agua es Incrementado para mantener la trabajabilidad, requerida. La contracción por secado en mezclas ricas y para períodos largos de agitación, una pequeña reducción en la resistencia puede ocurrir si el contenido de agua es Incrementado para mantener la trabajabilidad requerida. La contracción por secado en mezclas ricas no se afecta con una agitación prolongada, por cuanto la contracción del hormigón con un contenido de cemento, por el orden de 220 kg/m^3, se puede incrementar alrededor del 10%.

Las investigaciones confirmaron que una agitación prolongada para hormigón premezclado no es perjudicial para la resistencia, suministrándole al hormigón que tenga la suficiente trabajabilidad para una compactación total.

17.3 Métodos de descarga

17.3.1 Descarga *directa.* Principalmente cuando la construcción está confinada bajo el nivel del terreno, este método es el más económico y eficiente para el manejo del hormigón premezclado. Cuando este método de descarga se ha propuesto, debe considerarse un cuidado especial en la altura del encofrado. En algunos casos puede ser más económico que levantar una rampa para permitir un vaciado directo desde el camión.

Para zapatas simples o iniciación de muros, el hormigón puede vaciarse directamente desde el camión , pero para trabajos de sótanos, subsuelos o fundiciones profundas, se debe adicionar canales o conductores, el que se requiera, evitando segregaciones, y el vaciado y compactación de cada carga debe completarse antes de iniciar una nueva descarga.

Cuando se usa este método, el contratista asegurará que

- La excavación esté debidamente apuntalada para prevenir un colapso debido al peso del vehículo.

- Trabar las ruedas del vehículo para una parada segura.

17.3.2 *Tolvas.* Para la mayoría de trabajos de construcción bajo nivel del terreno, el hormigón tendrá que descargarse primero dentro de una tolva adecuada.

Esta puede ser una tolva amplia, para la cual el hormigón pueda ser transportado al encofrado por carretillas manuales, mecánicas, volteadores o grúa-cuchara, las cuales serán levantadas hasta el punto de vaciado. Se pueden utilizar tolvas de poca capacidad para alimentar otros transportadores.

Para un sitio en el cual existen diferentes niveles, se puede descargar, por gravedad, desde el camión hasta una tolva fija y de ésta hacia los vehículos de transportación o grúas.

Comúnmente se usan tolvas hidráulicas de capacidad superior a los 4 m^3, éstas estarán pivoteadas como para que la tolva pueda vaciarse en posición horizontal, cuando es cargada desde un camión y elevadas con gatas hidráulicas para descargar en una posición vertical dentro de carretillas, volteadores u otras. La altura de descarga de estas tolvas puede ser sobre los dos metros.

Cuando se usan tolvas de gran bodegaje, para una fácil descarga se puede utilizar algún método de vibración externa.

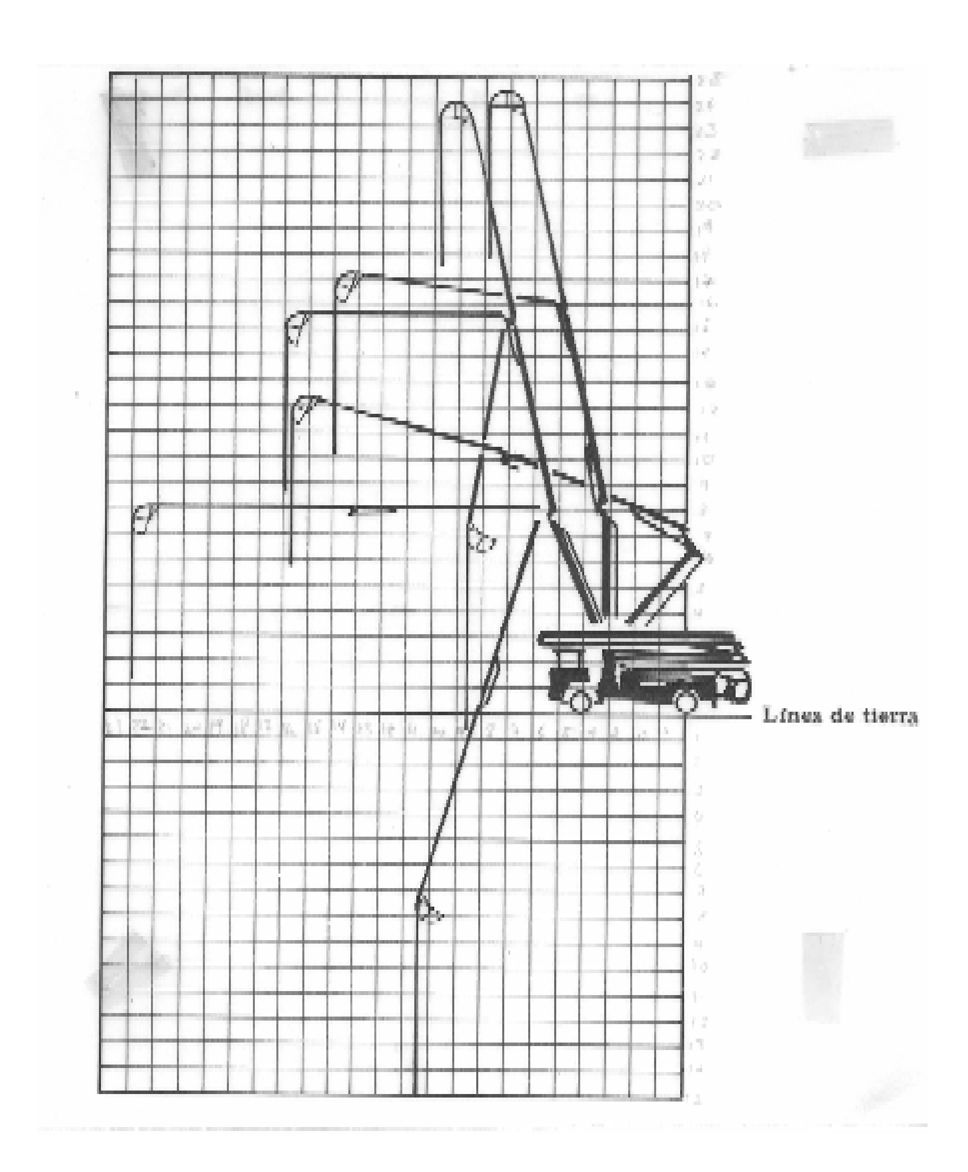
Otros métodos, como grúas, elevadores, carretillas mecánicas, volteadores y transportadores monorriel, no son métodos continuos. Estos se manejan con cantidades pequeñas de mezcla, en un orden de 0,5 m^3 a 1 m^3 en un tiempo. Estos métodos son poco eficientes y pueden resultar retrasos considerables en la descarga. En algunos casos, las tolvas de almacenamiento de gran capacidad son capaces de abarcar una carga completa de un camión, agilitando así la descarga. las tolvas de almacenamiento con paneles de agitación o vibradores externos admiten hormigón para almacenarse por algunas horas, sin riesgos de endurecimientos indebidos.

17.4 Bombas móviles para hormigón. Existen bombas móviles pequeñas para hormigón premezclado, éstas sirven para algunos tipos de trabajo e Incluyen construcciones de vivienda bajas, y de mediana altura y proyectos de oficinas.

Cuando el uso de grúas o torres son antieconómicas o imprácticas, o cuando éstas están destinadas para otros trabajos, el uso de carretillas y volteadores es limitado. En la mayoría de trabajos, se pueden utilizar convenientemente las técnicas de bombeo, pero, en algunos casos, cuando se utilizan pequeñas cantidades de hormigón, establecer bombas de largo alcance estáticas resulta antieconómico. El índice de vaciado está por el orden de los 15 m^3 /hora o mayor, las bombas requieren de una alimentación constante de mezcla de hormigón, sobre un índice conveniente para e l hormigón premezclado. Tanto como el contratista se disponga cubrir con los índices de vaciado, se puede aplicar mayor rapidez en la revolución del camión mezclador para asegurar dichos índices. Al mismo tiempo que una trabajabilidad uniforme e índices de envío para el hormigón son indispensables, puesto que las variaciones en los materiales del hormigón o demoras pueden causar obstrucción en las tuberías o conductores.

Las bombas mantienen un rango amplio confiable. Variando por sobre los 45 m^3 /hora de rendimiento, empleando tuberías de envío con variaciones de diámetros desde los 75 mm. Los tipos de tubos a presión que proveen normalmente como bombas totalmente móviles, tienen un rendimiento de 20 m^3 /hora o un tubo o mangueras de diámetros de 75 mm y está limitado a un alcance de 90 metros horizontal y 30 metros vertical. Estas distancias pueden incrementarse hasta alrededor de 150 metros y 45 metros, respectivamente, pero usando un pistón en bombas tipo móvil con 100 mm de diámetro del tubo o manguera de envío.

Un desarrollo reciente es el USO de bombas de instalación manual u operadas hidráulicamente. Estas proporcionan grandes áreas para ser cubiertas más fácilmente y ayudan en el vaciado del hormigón en posiciones lejanas, además, permiten una colocación y desmontaje rápidos de la bomba y conductos o tuberías



17.4.1 *Mezclas de hormigón.* Un hormigón satisfactorio para ser bombeado necesita contener una uniformidad árido-gradado continuamente y la proporción de arena que usualmente es un poco mayor (sobre el 4%) que el valor optimo para hormigones manejados por otros métodos. El contenido de cemento generalmente será alrededor de 300 kg/m^3 y el hormigón tendrá un asentamiento de 50 mm a 100 mm.

Alguna traba se experimenta ocasionalmente cuando el hormigón bombeado contiene, como árido, rocas angulares trituradas, como piedra calcárea. En todo caso, esto no es razón para que estos áridos no sean usados, con tal que se incluya un contenido alto de mortero para asegurar un completo relleno de huecos o vacíos, los hormigones elaborados con áridos ligeros pueden bombearse proveyendo a éstos un contenido alto de mortero para llenar todos los huecos o vacíos y que la mezcla sea bastante trabajable para admitir cualquier adición, debido a la absorción de agua por el árido grueso. Estos deben ser previamente remojados antes de su uso.

Las mezclas de hormigón normalmente especificadas por el comprador pueden no ser aptas para el bombeo. Actualmente, en algunas partes del mundo se suministran mezclas especiales designadas para bombeo inmóvil del hormigón. Las mezclas de hormigón pueden no ser bombeadas debido a una segregación excesiva y asentamiento de la mezcla bajo presión o debido a la resistencia de fricción excesiva entre el hormigón y los conductores o tuberías. Estos problemas pueden eliminarse con ajustes en las proporciones de la mezcla, como sigue:

Para una segregación excesiva y asentamiento

1. Incrementar el contenido de cemento
2. ajustar la relación árido grueso/fino para reducir los vacíos.
3. añadir finos (polvos de piedra o combustible, liviano-pulverizado),
4. usar aditivos "agentes floculantes".

Para una excesiva resistencia a la fricción

1. Disminuir el contenido de cemento,
2. ajustar la relación árido grueso/fino para incrementar los vacíos,
3. incrementar el contenido de agua,
4. usar aditivos "agentes húmedos".

17.4.2 *Organización.* La decisión de usar bombas para el manejo del hormigón, siempre y cuando sea posible, debe tomarse anticipadamente en la etapa de elaboración del contrato, para estudiar la conveniencia y conformidad del hormigón premezclado que va a bombearse.

La utilización de las bombas móviles para entrega de hormigón premezclado debe coordinarse con el contratista de obra, contratista de bombeo y el proveedor, quienes nominarán una persona para actuar en forma de enlace con capacidad de decisión.

El contratista de obra debe:

1. Informar al proveedor sobre la cantidad total de hormigón requerido, el índice de vaciado por hora, el tipo de bomba y alcance vertical y horizontal de la fundición.

2. Proyectar para un vaciado largo en el cual la tubería de conducción de hormigón premezclado sea movida lo menos posible.

3. Proveer convenientemente accesos y facilidades para descargar el camión.

4. Estar preparado para el inicio de vaciado.

El subcontratista de bombeo debe:

1. Proveer su equipo bien mantenido y personal de transporte disponible
2. Asegurar una operación correcta de bombeo para proveer una uniformidad en el flujo de hormigón.
3. Programar el tiempo de llegada y de salida.

El proveedor debe:

1. Proveer un hormigón capaz de ser bombeado.
2. Asegurar que el hormigón mantenga las proporciones especificadas e inspeccionar después de la descarga.
3. Programar para un suministro continuo y su rápido desalojo de camiones.

17.5 Plataformas de pavimentación. Recientemente, máquinas mina-plataformas de pavimentación, han sido desarrolladas, específicamente para construcciones de hormigón, vías menores y pavimentación similar. Las plataformas de pavimentación son normalmente montadas sobre bandas de orugas y designadas para afirmar vías de hormigón en un ancho de 2 m a 5 m y una altura sobre los 400 mm.

La parte frontal de la máquina es una tolva fijada con el hormigón desde el frente a los lados. El hormigón es totalmente enrasado a un nivel dado que Incide en la tolva y es moldeado por medio de vibradores, de potencia. En este estado, el hormigón fluye bajo propia presión dentro de un espacio confinado por la placa conformada por la máquina hasta sus bordes, la forma lateral de la máquina y la sub-base de la vía. La parte lateral controla el ancho de la losa de hormigón, la placa conformada así y la sub-base controla el espesor de la losa de hormigón.

La pavimentación es controlada tanto para la superficie y el nivel por un alambre o estirador de alambres en el lado o lados de la losa. Dos sensores desde la máquina sujetan estos alambres. Un sensor controla el nivel de la losa de hormigón para elaborar el ajuste requerido por la placa conformada, y el otro controla la dirección de la máquina. La demanda de hormigón de la mini plataforma puede variar de 15 a 50 m^3 por hora. Esta mini plataforma de pavimentación puede ser controlada por la trabajabilidad. La velocidad de la pavimentación y, por lo tanto, el rendimiento, más el terminado o acabado de la superficie de la losa, son todas funciones de trabajabilidad.

Si el hormigón es también consistente, los vibradores ajustados a la pavimentadora tomarán mayor tiempo para suavizar el hormigón, como también retardarán el avance de la pavimentadora.

Si el hormigón es muy trabajable, entonces el proceso de endurecimiento es demorado y, al final de la placa conformada, todavía existirá presión hacia arriba, la cual afectará el terminado de la superficie de la losa.

En conclusión, esto puede causar asentamiento o el colapso de los bordes de la losa. Cualquier asentamiento en los bordes de la losa hará que ésta se extienda dificultando el correcto empalme de las losas adyacentes.

Una vez que la pavimentadora ha comenzado a trabajar, es esencial proveer el hormigón continuamente. Si existe un retraso en el suministro de hormigón, la pavimentadora estará estacionada, el hormigón bajo la placa conformada se endurecerá y el nivel y el terminado de la losa se verá adversamente afectado.

Los proveedores de hormigón premezclado serán capaces de dar un servicio de entrega apto para la mini-plataforma de pavimentación si los siguientes puntos son tomados en cuenta o acordados con el contratista.

1. Las proporciones de mezclas óptimas para proveer hormigón debe tener las propiedades requeridas en estado fresco y endurecido.

2. El nivel de control técnico requerido por el proveedor.

3. El orden de procedimiento que va a adoptarse, Incluyendo la cantidad total de hormigón, el tiempo

   inicial de arranque y los subsecuentes índices continuos de vaciado.

4. El acceso al sitio de trabajo, la plataforma de pavimentación y el procedimiento de descarga requerido.

5. La nominación del personal contratista y proveedor para dar y recibir órdenes con coordinación general.

17.6 Pilotes fundidos en obra

17.6.1 *Consideraciones de diseño.* Este es un requerimiento para mezclas de hormigón especiales, como pilotes fundidos en obra, llevando una técnica particular, la cual debe emplearse para formar una unidad de apoyo en el terreno, satisfactoria para una carga determinada.

Algunas de las consideraciones que afectan el diseño del hormigón al formar los pilotes son los siguientes:

1. En muchos casos, los tubos de acero de revestimiento tienen que extraerse, cuando el proceso de hormigonado ha sido completado y, a menos que se tomen medidas previsoras, las mezclas de difícil manejo pueden arquearse dentro del tubo de acero, y alguna parte del hormigón puede separarse dando discontinuidad en la fundición de la pila.

   Cuando se vierte el hormigón en cualquier pila, particularmente en las de gran tamaño, la continuidad del vaciado, es muy importante.

2. Normalmente, se excluye el uso de vibradores convencionales, para elaborar mezclas densas.

3. Se usa refuerzo en las pilas, como una medida de resistencia al esfuerzo flector, debido a cargas horizontales y excéntricas. Dependiendo de las cargas y condiciones del suelo, la cantidad de refuerzo varía notablemente. El hormigón tiene que trabajar alrededor de las varillas de acero, bajo presión hidrostática, para conformar una pila satisfactoria.

4. En algunos casos, no es posible desaguar la perforación o el pozo previamente al vaciado del hormigón, y debe emplearse un tubo trompa para la colocación del hormigón. En este proceso, la primera vertida de mezcla se tomará como base para la siguiente y, finalmente, hasta llegar a la cabeza de la pila al completar el vaciado. Como el tubo trompa es relativamente de diámetro pequeño, la mezcla puede fluir libremente durante el proceso, siendo necesario tener un hormigón de alta trabajabilidad

17.6.2 *Requerimiento de trabajabilidad y resistencia.* Como resultado de las consideraciones de diseño aplicables a los requerimientos de mezclas de hormigón, se puede apreciar que una alta trabajabilidad del hormigón es primordial; el rango de asentamiento indicados en la Tabla 1, es aplicable.

MEZCLA TIPO PARA PILOTES	ASENTAMIENTO MINIMO	ASENTAMIENTO RANGO	CONDICIONES TIPICAS DE USO
A	75 mm	75-125 mm	Vaciado dentro de una perforación libre de humedad. Refuerzo con espaciamientos amplios no muy amplios, suficiente para permitir un libre movimiento entre varillas. Cortado a nivel del hormigón dentro del vaciado. Diámetro de la pila menor de 600 mm.
B	100 mm	100-175mm	Refuerzo con espaciamientos no muy amplios, suficiente para permitir un libre movimiento entre varillas. Cortado a nivel del hormigón dentro del vaciado. Diámetro de la pila menor de 600 mm
C	150 mm	150 mm o más	Cuando el hormigón es vaciado por tubería bajo agua o lado de perforación.

Para circunstancias particulares, la utilización de un aditivo retardador obtendrá buenos efectos y, en ciertos casos, puede usarse en adición de la dosificación, para asegurar que mantenga la trabajabilidad especificada durante períodos cortos de vaciado.

El hormigón premezclado, para vaciarse en los agujeros que van a conformar los pilotes, normalmente requiere un cumplimiento en la resistencia mínima especificada o resistencia característica a los 28 días, pero bajo ciertas condiciones características a los 28 días; se requiere de un contenido mínimo de cemento.

El algunas áreas, las condiciones del terreno son agresivas debido a la presencia de sulfatos. Bajo estas condiciones, el riesgo de ataque puede reducirse con las siguientes recomendaciones:

17.6.3 *Especificaciones e índices de hormigón premezclados.* Cuando *se* ha solicitado hormigón premezclado para la conformación de pilotes fundidos en obra, la atención del usuario y del proveedor debe centrarse en los siguientes términos:

- *Calidad de/ hormigón. Si* no se especifica el contenido mínimo de cemento, el comprador solicitará al proveedor que incluya en las acotaciones del contrato el contenido mínimo de cemento que el proveedor ha elegido.

- *Áridos.* Si no se especifica un tipo particular de árido, el comprador solicitará al proveedor que incluya en las acotaciones del contrato el tipo de árido que el proveedor ha elegido.

- *Cemento.* Solo con aceptación del comprador, el proveedor podrá usar cemento Portland de rápido endurecimiento (ejem: cemento Portland ordinario con cloruro de calcio).

- *Trabajabilidad.* Debe indicarse al proveedor que bajo ninguna circunstancia el hormigón será aceptado con una menor trabajabilidad que la mínima especificada, comparada con un ensayo de trabajabilidad elaborado en el momento de llegar la mezcla a la obra. Un hormigón que por demoras en el vaciado altere su trabajabilidad será responsabilidad del comprador.

- *Cantidad.* El comprador recordará que la cantidad total aproximada de hormigón deseado debe basarse sobre un pedido, juntamente con los requerimientos estimativos diarios, cuando sea posible, y una indicación del índice preestablecido de vaciado bajo condiciones normales. Si el índice de vaciado no se conoce para una jornada de trabajo, la información debe basarse sobre las órdenes diarias.

- *Aditivos.* El uso de aditivos debe estar en conformidad con el comprador. El proveedor no usará aditivos que no cumplan con las especificaciones dadas por el comprador.

- *Cooperación.* El uso conveniente y sucesivo de hormigón premezclado para pilotes depende de una cooperación total entre el comprador y el proveedor. Teniendo que establecerse especificaciones y jornadas de aceptación, debe mantenerse una comunicación total durante el período de entrega y recepción, con una atención particular sobre tiempos de envío, y notificar los retrasos que puedan ocurrir en cada envío por el proveedor, y aceptación del comprador continuo de la mezcla, una vez que se ha comenzado la fundición de una pila.

18. ENSAYOS

18.1 Máquinas de ensayo. En investigaciones recientes se ha observado que existe una variación muy amplia en resistencias de hormigones de similares condiciones, cuando éstas son ensayadas en diferentes máquinas. Algunas máquinas de ensayo no son satisfactorias debido a que presentan valores de resistencia de cilindros con variaciones de hasta el 30% de los valores obtenidos en una máquina de ensayo satisfactoria. En estos casos, las máquinas de ensayo deben ser revisadas o calibradas por técnicos especializados o por los laboratorios del INEN.

18.2 Laboratorios de ensayos y procedimientos. Es conveniente apreciar que las normas de ensayo para diferentes casas o laboratorios de ensayos pueden variar considerablemente debido al inadecuado personal existente en los mismos, así como en los equipos y procedimientos. Los resultados de ensayos pueden diferir por una o más de las siguientes razones.

1. procedimiento de muestreo incorrecto,
2. compactación inadecuada del hormigón en los moldes,
3. falla en el curado inicial del hormigón,
4. fracturas o daños en los cilindros durante el moldeo,
5. cilindros secos antes del ensayo,
6. procedimiento incorrecto de ensayos,
7. errores al calcular la carga de falla.

Es vital que se sigan las normas nacionales para la elaboración de ensayos, muestreos, elaboración, curado, procedimientos de ensayo, y que sean llevados apropiadamente con personal entrenado, que hayan recibido instrucciones sobre el procedimiento que debe llevarse.

Las máquinas de ensayo deben inspeccionarse al menos cada 3 meses y calibrarse al menos cada año, siempre que sea posible. Esta será comparada con una máquina de referencia

ANEXO A

A. PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD

A.1 Ensayo de materiales

A.1.1 *Cemento*

a) Se obtendrán ensayos certificados para el cemento elaborado a Intervalos regulares.

b) Se guardarán convenientemente para inspección del cemento los registros continuos y cartas de control.

A.1.2 *Áridos*

a) Para todos los tipos y tamaños de áridos se elaborarán análisis de tamiz y ensayos de densidad relativa. Cuando los depósitos son abiertos o nuevos, se usan fuentes de aprovisionamiento; se elaborarán inicialmente ensayos de contenido de Impurezas orgánicas, sedimentación y uso de la arena.

   En seguida, para tasar las variaciones de los valores promedios asumidos se elaborarán, por lo menos una vez cada semana, análisis de tamiz y ensayos de sedimentación en la obra.

b) Se guardarán convenientemente para una rápida inspección de los áridos los registros continuos y cartas de control.

A.2 Ensayos de control del hormigón

A.2.1 *Resistencia a la compresión*

a) Para producción de grados normales de hormigón, se elaborarán cilindros, curados y ensayos a los 28 días, y a edades próximas para grupos de hormigón muestreados al azar en el deposito.

b) Las mezclas de hormigón serán muestreadas al azar y ensayadas en un mínimo del 80% de un día completo de producción, durante cada mes que se produzca el hormigón. Para aprobar mezclas con propósitos de Control de Calidad, al menos tres cilindros serán muestreados y elaborados en cada día para ser ensayados. Para depósitos que produzcan más de 150 m^3 de hormigón, en cualquier día se deberán ensayar por lo menos seis cilindros muestreados y elaborados para diferentes mezclas o grupos.

A.2.2 Ensayos *de trabajabilidad.* Un ensayo de asentamiento se elaborará para cada tipo de hormigón y en cada ocasión se elaborará una probeta o cilindro

A.2.3 *Producción.* Se llevará un controlen la producción de grupos de mezclas existentes, llevando la masa total de un grupo dado, usando una báscula, dividiendo para la masa por unidad de volumen del hormigon fresco completamente compactado, determinado en concordancia con la Norma INEN pertinente.

A.2.4 *Registro.* Las cartas de control y registros continuos se guardarán convenientemente para facilitar la Inspección y certificación del hormigón.

A.3 Diseño de mezclas y control de calidad. El dato de partida es la resistencia característica exigido por el proyecto. En obra hay que conseguir un hormigón de resistencia tal, que supuesto que se ensayase un número muy grande de probetas de dicho hormigón, el 95% de ellas darían valores iguales o superiores a la resistencia característica, quedando por debajo tan solo el 5%.

Para conseguir lo anterior, debe dosificarse el hormigón de manera que en los ensayos de laboratorio previos a la ejecución de la obra, la resistencia media que se obtenga sea bastante superior a la resistencia característica exigida.

A.4 Laboratorios

a) El INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) aprobará los laboratorios, el personal, equipos y documentación que puedan llevar a cabo los ensayos especificados en materiales, mezclas y equipos.

b) Cuando se contratan laboratorios independientes, éstos deben ser aprobados por el INEN.

A.5 Rutina de control de mantenimiento para planta y equipos

A.5.1 *Almacenamiento y manejo de equipos*

A.5.1.1 *Rutina semanal*

- Verificación del área del control (funcionamiento y aseo)
- control de patios, desagües y trampas,
- mantenimiento de fosas de sedimentación y lavado, en un orden eficiente,
- control de depósitos de bodegas y portales para una operación eficiente,
- control de equipo conductor y elevador (equilibrio y desgaste),
- control de rutina para servicio de palas de cargado,
- control de rutina para servicios de compresores,
- reporte y defectos.

A.5.2 *Dosificación y equipamiento de* mezclado

A.5.2.1 *Rutina diaria*

- Ajuste y tara de masa y dial,
- ajustara cero la tolva de pesado completamente vacía,
- lavar el tambor de la central mezcladora.

A.5.2.2 *Rutina semanal*

- Mantener todas las tolvas cerradas, limpias y en un eficiente índice de trabajabilidad.
- control de desgaste de palas, paletas o brazos de la central mezcladora e Impermeabilidad, realizar

  los ajustes que sean necesarios.
- remoción del cemento u hormigón residual en la mezcladora,
- limpiar los filtros de los silos de cemento y mantener en optimas condiciones,
- control de polvo en las tolvas de cemento debido al uso,
- limpiar el filo de las cuchillas de mezclado,
- control de calibración de medida, de humedad,
- control del nivel de aceite en lubricantes de tubería de aire,
- limpiar los colectores de agua de tuberías de aire,
- control de ataque de jugar en tuberías de aire,
- control de fugas en el entubado,
- control de canalización eléctrica y aparatos eléctricos para su correcta operación y evitar recalentamientos,
- rutina de engrasado de apoyos y engranajes,
- control de rutina en el servicio de la central mezcladora,
- reporte y defectos.

A.5.2.3 *Rutina mensual*

- Control de calibración de todas las escalas de pesada,
- control de calibración de medidores de agua,
- control de calibración de dispersión de aditivos.

A.5.2.4 *Rutina trimestral*

- Inspección y ensayos de todas las escalas de pesada sobre los rangos completos.
- Rutina de cambios de aceites en cajas de engranajes y baños de aceite.

A.6 Equipo de transportación - Chasis del vehículo. Es responsabilidad de cada miembro de la compañía mantener todos los chasis de vehículos, en concordancia con las regulaciones de seguridad de empresa.

A.7 Equipo de transportación - Unidades de mezclado y agitadores

A.7.1 *Rutina diaria.* Lavar exteriormente el camión mezclador.

A.7.2 *Rutina mensual*

- Controlar la unidad de mezclado (palas de desgaste)
- Controlar la operación de revoluciones del tambor.
- Controlarla calibración de medidores de agua al camión mezclador.
- Reporte y defectos.

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

INEN 151 *Cemento. Definición y clasificación*

INEN 152 *Cemento Portland. Requisitos*

INEN 1 501 *Hormigones. Cenizas volcánicas finas y puzolanas calcinadas o naturales para uso como aditivo mineral en hormigones de cemento Portland.*

INEN 1 548 *Cemento Portland IE.*

INEN 1 573 *Hormigones. Determinación de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigones y núcleos.*

INEN 1 574 *Hormigones. Determinación de la resistencia a la tracción por flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la luz.*

INEN 1 575 *Hormigones. Determinación de la resistencia a la tracción por flexión del hormigón, en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro de la luz.*

INEN 1 576 *Hormigones. Elaboración y curado en obra y laboratorio, de probetas cilíndricas, vigas y moldes prismáticos de hormigón.*

INEN 1 577 *Hormigón. Elaboración de refrentado de cilindros de hormigón*

INEN 1 578 *Hormigones. Determinación del asentamiento.*

INEN 1 579 *Hormigones. Determinación de la densidad, rendimiento y contenido de aire.*

INEN 1 580 *Hormigones. Determinación del contenido de aire en hormigón fresco. Método volumétrico.*

INEN 1 581 *Hormigones. Determinación del contenido de aire en hormigón fresco. Método de presión*

INEN 1 582 *Hormigones. Determinación de la consistencia por penetración de la semiesfera Kelly.*

INEN 1603 *Hormigones. Elaboración de probetas.*

INEN 1 762 *Hormigones. Definiciones y terminología.*

INEN 1 763 *Hormigón fresco. Muestreo*

INEN 1 764 *Hormigones. Determinación de la consistencia utilizando la meza de Graf.*

INEN 1 765 *Hormigones. Mezclado en laboratorio.*

INEN 1 844 *Aditivos para hormigones. Definiciones*

INEN 1 845 *Hormigones. Determinación del esfuerzo de tracción indirecta* en cilindros.

INEN 1 846 *Hormigones. Determinación de la resistencia a la compresión y tracción indirecta en núcleos.*

INEN 1 847 *Hormigones. Determinación del esfuerzo de compresión de proporciones de vigas rotas en flexión.*

INEN 1 848 *Hormigones. Determinación del tiempo de fraguado.*

INEN 1 849 *Hormigones. Medición de espesor de especímenes de hormigón endurecido.*

INEN 1 850 *Hormigones. Determinación del módulo de elasticidad (secante) en especímenes cilíndricos de hormigón.*

INEN 1 851 *Hormigones. Determinación del ensayo acelerado, para la predicción de resistencias futuras de compresión.*

INEN 1 852 *Hormigones. Resistencia a la absorción.*

INEN 1 853 *Hormigones. Método de determinación de las frecuencias fundamentales de vibración de probetas de hormigón*

INEN 1 854 *Hormigones. Aditivos incorporadores de aire*

INEN *1 855* *Hormigón. Premezclado.*

INEN 1 *856* *Morteros. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de azufre.*

INEN 1 *857* *Morteros. Determinación de la resistencia a la compresión de yeso*

INEN 1 *858* *Áridos para morteros de manpostería.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Introduction to the B.R.M.C.A. British Ready Mixed Concrete Association. London *1971*

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: GPE INEN 040	**TÍTULO: GUÍA DE PRACTICA. PLANTAS DE HORMIGON PREMEZCLADO.**	**Código:** CO.02.10.501

ORIGINAL:	REVISIÓN:
Fecha de iniciación del estudio: 1984-11-30	Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública: de a

Subcomité Técnico:
Fecha de iniciación: Fecha de aprobación:
Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES: **INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Otros trámites: De acuerdo con el Reglamento Técnico de Normalización, se envió para, conocimiento y aprobación de la Dirección General en 1993-01-28, quien la puso en consideración del Consejo Directivo del INEN

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de guía en sesión de 1993-09-07

Oficializada como: Opcional Por Acuerdo Ministerial No.
Registro Oficial No.

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail:furresta@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail:normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail:certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail:verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail:inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail:inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail:inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail:inenriobamba@inen.gov.ec
URL:www.inen.gov.ec